

⑫ 公開特許公報(A) 平3-145773

⑬ Int.Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成3年(1991)6月20日

H 01 L 33/00

A

8934-5F

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 発光素子

⑯ 特 願 平1-285728

⑰ 出 願 平1(1989)10月31日

⑱ 発 明 者 西 林 良 樹 兵庫県伊丹市昆陽北1丁目1番1号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内

⑲ 発 明 者 塩 見 弘 兵庫県伊丹市昆陽北1丁目1番1号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内

⑳ 発 明 者 藤 森 直 治 兵庫県伊丹市昆陽北1丁目1番1号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内

㉑ 出 願 人 住友電気工業株式会社 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

㉒ 代 理 人 弁理士 深見 久郎 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

発光素子

2. 特許請求の範囲

ダイヤモンドからなる発光層と、

前記発光層に接続され、所定の電圧が印加される1対の電極層とを備えた、発光素子。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、カラー表示、情報伝達あるいはセンサ用光源に用いられる発光ダイオードやEL素子などの発光素子の構造に関するものである。

〔従来の技術〕

現在、通信などの情報伝達用、回転数検出センサ用あるいは光記録メモリ用などの光源として発光ダイオード(LED)が広く用いられている。発光ダイオードは、軽量、小型であり、かつ高輝度、長寿命を有するなど優れた特徴を備えている。長距離通信においては、たとえば発光ダイオードとして、その発光層にGaAs(ガリウム・砒素)

を用いたものが使用されている。

また、表示用に用いられる素子としては、CRT表示、EL表示、プラズマディスプレイ、液晶表示、LED表示などが挙げられる。このうち、CRTは高輝度、鮮明であるためカラー表示の主流となっている。しかし、軽量・薄型化に限界があり、携帯用あるいは壁掛け用製品には向かない。液晶は、軽量・薄型の表示素子として一早く実用化されているが、自らが発光するものでないので、輝度に劣ることや、見る方向に死角があることなどが問題となっている。

これに対し、固体発光素子は、軽量かつ薄型で高輝度の表示素子を形成することが期待できる。その代表例として、発光ダイオードやEL素子が挙げられる。特に、発光ダイオードは発光効率、発光輝度、駆動電圧および軽量性の点で優れた特性を有している。発光ダイオードは、GaAlAs、GaAlP、GaPなどの材料を発光層として使用し、赤色や緑色の発光が実現されている。また、青色の発光もGaN、SiC、ZnSeな

どの材料を使用することによって実現されるに至っている。これらの材料は、気相法や液相法により形成されるものが多く、薄膜大面積発光というよりもむしろ単体でパイロットランプなどの表示やアレイとして応用されている。

また、EL素子は、母材にZnSを用い、Cu、Cd、TbF₃、SmF₃を付活材として、青色、緑色、赤色の発光を実現させている。このEL素子は、駆動電圧が高いことや、輝度や安定性や信頼性の面で不安があるものの、真空蒸着やスパッタリングにより容易に形成され、大面積の平面発光が可能であり、画素数の多いマトリクス型情報表示パネルなどに適している。

〔発明が解決しようとする課題〕

ところが、従来の発光ダイオードやEL素子などの発光素子は、高温下で動作させると、発光強度が低下し、また寿命も著しく低減することになり、特に100℃以上での使用に耐え得るものが存在しなかった。ところが、たとえばカーエレクトロニクス分野などでは高温下で確実に動

作する発光素子の実現が要望されていた。

したがって、本発明は上記のような問題点を解消するためになされたもので、高温下で確実に動作し得る発光素子を提供することを目的とする。

〔課題を解決するための手段〕

この発明による発光素子は、ダイヤモンドからなる発光層と、この発光層に接続され、所定の電圧が印加される1対の電極層とを備えている。

〔作用〕

発光層に用いられるダイヤモンドは、バンドギャップが5.5eVと大きいため、たとえば1000℃以下の温度範囲では真性領域に達することがない。したがって、安定した発光動作を維持し得る。また、化学的にも安定し、優れた耐環境性を有している。さらに、ダイヤモンドの熱伝導率は20(W/cm・K)であり、シリコン(Si)の20倍以上であり、放熱性にも優れる。したがって、ダイヤモンドを用いた発光素子では、放熱に対する特別な配慮を軽減し得る。

〔実施例〕

— 3 —

— 4 —

以下、本発明の一実施例を図を用いて説明する。

第1図は、この発明の第1の実施例による発光素子の構造を模式的に示す断面斜視図である。発光素子は、単結晶ダイヤモンドからなる基板1の表面上にダイヤモンドを0.5～1.0μm厚さにエピタキシャル成長させ、所定の形状にパターニングしてダイヤモンド発光層2を形成している。ダイヤモンド発光層2の表面上には第1の電極3が形成されている。第1の電極はスパッタリングにより約0.2μm厚さに形成されたタングステン電極あるいは約0.3μm厚さに形成されたアルミニウム電極が用いられる。さらに、ダイヤモンド発光層2の表面上の他の位置にはチタン(Ti)からなる第2電極4が形成されている。また、本例では、基板1の表面上にはダイヤモンド発光層2を備える3つの発光領域10が形成されている。各々の発光領域10は赤、青、緑の3原色を発光させるために形成されている。ダイヤモンド発光層2の発光色の制御は、たとえば緑色発光の場合には単結晶あるいは多結晶のダイヤモンド層

の内部にボロン(B)を添加することにより行なわれる。また、赤色あるいは青色の場合には同じくダイヤモンド層に酸素原子を添加し、ダイヤモンド層の形成条件を変化させることにより制御される。このダイヤモンド発光層2の発光色はその結晶層の内部に生じる結晶欠陥の種類に起因する。また、このダイヤモンド発光層2には、導電性を付与する意味で適当な不純物(P、As、Se、B、Al)が添加される。

このような構造の発光素子において、第1電極3に負のバイアスを40V印加すると、室温あるいは200℃の温度条件において発光が確認された。

次に、第2の実施例について第2図を用いて説明する。単結晶ダイヤモンド基板1の表面上にボロンが高濃度にドーブされた0.5μm厚さのボロン高濃度ダイヤモンド層5が形成されている。さらにその表面上に、3箇所にパターニングされたダイヤモンド発光層2が形成されている。ダイヤモンド発光層2はマイクロ波プラズマCVD法

— 5 —

— 6 —

によって0.5~1.0 μ m厚さに形成される。ダイヤモンド発光層2の表面上にタングステンあるいはアルミニウムからなる第1電極3が形成される。タングステン電極の場合にはスパッタリングによって約0.2 μ m厚さに形成される。また、ボロン高濃度ダイヤモンド層5の表面上の他の位置にはチタン等からなる第2電極4が形成されている。

動作において、第1電極(タングステン電極)1に負のバイアスを40V印加すると、タングステン電極側が発光する。次に、200℃において、全く同じ条件で発光が確認された。また、第1電極として蒸着により形成されるアルミニウムを用いた場合においても同様の条件で発光を確認した。温度200℃で測定した3つのダイヤモンド発光層からのスペクトルを第4図に示す。

さらに、第3の実施例について第3図を用いて説明する。ダイヤモンド単結晶基板1の表面上にボロンを高濃度にドーピングした低抵抗のダイヤモンド層5を形成し、この表面にダイヤモンド発光層

- 7 -

2を形成する。さらに、ダイヤモンド発光層2の表面上にSiO₂からなる絶縁層6を500Å厚さにイオンプレーティング法によって形成する。さらに、絶縁層6の表面上に第1電極となるタングステン電極3をスパッタリング法により形成する。また、ボロン高濃度ダイヤモンド層5の表面上にはチタンからなる第2電極4が形成される。この例においても、上記第1および第2の実施例と同様な条件下で発光が確認された。

さらに、第4の実施例について第3図を借用して説明する。この例ではダイヤモンド発光層2と第1電極3との間に半導体層7が形成されている。この半導体層7はn型あるいはp型のいずれでもよく、またダイヤモンド、BN、SiC、Si、Ge、GaAsなどのいずれの材料を用いても構わない。また、この半導体層7の構造が単結晶あるいは多結晶さらに非品質であっても構わない。

なお、上記実施例においては基板1として単結晶ダイヤモンド基板を用いた例について説明したが、たとえばシリコン半導体あるいは金属基板さ

- 8 -

らにはSiO₂、Al₂O₃などの絶縁性基板であっても構わない。

また、上記第2ないし第4の実施例に示す低抵抗の透明導電性膜5は、たとえば低抵抗の透明膜(ITO、導電性ZnO)でもよく、また金属層であっても構わない。

さらに、第3の実施例で示される絶縁性膜6はたとえばAlN、Al₂O₃、Si₃N₄、SiO₂、BN、ダイヤモンドなどを用いても構わない。

【発明の効果】

このように、本発明による発光素子は、発光層としてダイヤモンドを使用し、ダイヤモンドの安定した高温動作特性により耐環境性に優れ、高輝度、大面積発光が可能な発光素子を実現することができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は、この発明の第1の実施例による発光の断面斜視図である。第2図は、同じくこの発明の第2の実施例による発光素子の断面斜視図であ

- 9 -

る。第3図は、この発明の第3および第4の実施例を示す発光素子の断面斜視図である。第4図は、この発明による発光素子の高温度下(200℃)における発光光線のスペクトル図である。

図において、1は基板、2はダイヤモンド発光層、3は第1電極、4は第2電極、5は透明導電性膜(ボロン高濃度ダイヤモンド層)、6は絶縁層、7は半導体層を示している。なお、図中同一符号は同一または相当部分を示す。

特許出願人 住友電気工業株式会社

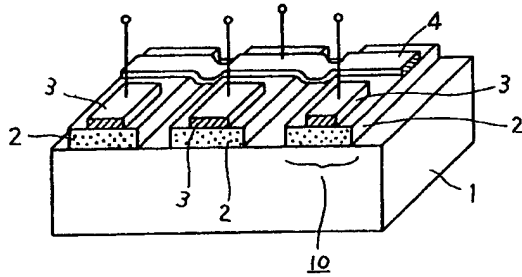
代理人 弁理士 深見久郎

(ほか2名)

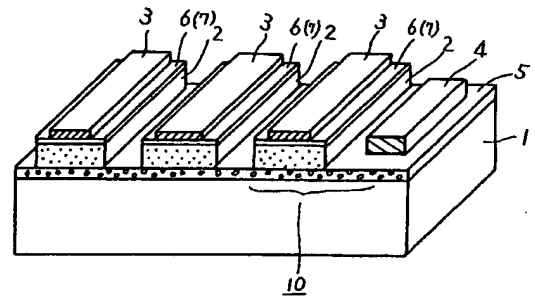


- 10 -

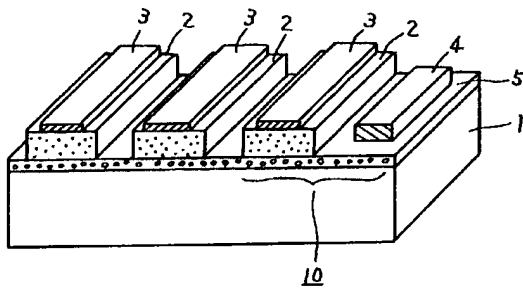
第1図



第3図



第2図



- | | |
|--------------|-----------------|
| 1: 基板 | 5: ボロ漏濃度ダイヤモンド層 |
| 2: ダイヤモンド発光層 | 6: 絶縁膜 |
| 3: 第1電極 | 7: 半導体層 |
| 4: 第2電極 | |

第4図

